

特种设备锅炉压力容器检验问题分析

夏海萍

广东省特种设备检测研究院东莞检测院, 广东省东莞市, 523000;

摘要: 特种设备检验是保障特种设备安全的重要手段, 长期以来在特种设备设计、制造、安装、维修、改造、使用环节发挥着重要作用, 随着社会的发展, 特种设备数量逐年增多, 特检机构和从业人员在保障特种设备安全运行方面发挥这重大作用, 锅炉压力容器作为工业生产的核心设备, 其安全运行直接关联人员生命财产与社会公共利益。近年来, 随着制造业规模扩张与技术迭代, 这类设备在高温高压、腐蚀性介质等复杂工况下的失效风险显著增加, 检验环节的疏漏可能引发泄漏、爆炸等重大事故, 造成不可估量的经济损失与社会影响。

关键词: 特种设备; 锅炉压力容器检验; 问题分析

DOI: 10.64216/3104-9664.25.01.015

当前, 特种设备安全监察体系虽已建立, 但在实际检验中仍暴露出多重隐患: 管理层面, 制度执行缺陷导致检验中断, 监管机制不完善使检验计划延期频发; 技术层面, 设备固有缺陷(材料选材不当、焊接工艺缺陷)与运行损伤交织, 检验技术局限进一步削弱缺陷检出能力; 人员操作层面, 专业培训缺失与责任意识淡薄, 导致漏检误判与安全附件失效问题突出。

1 研究意义及目的

1.1 研究意义

保障公共安全与社会稳定, 锅炉压力容器作为工业生产核心设备, 其运行状态直接关联人员生命财产安全与社会公共利益。通过系统分析检验问题, 可有效预防泄漏、爆炸等事故, 降低因设备失效引发的公共安全风险。支撑特种设备安全监察体系, 检验结果为监管部门提供技术依据, 强化对重点工程设备的动态监管, 确保法规(如TSG21)有效执行, 提升安全管理效能。促进工业经济可持续发展, 及时发现并修复设备缺陷可延长使用寿命, 减少非计划停机损失, 降低企业运维成本, 同时保障生产连续性, 助力经济效益提升。

1.2 研究目的

系统性识别检验环节风险, 聚焦管理缺陷(如制度执行偏差)、技术缺陷(材料腐蚀、焊接裂纹)及操作问题(人员能力不足), 建立全生命周期问题清单。提出针对性优化对策, 通过完善检验流程、强化质量控制(如无损检测技术应用)及人员培训, 提升缺陷检出率与修复规范性, 确保设备安全运行至下一检验周期。推动检验技术与管理创新, 探索智能化检验手段与动态风

险评估模型, 为行业标准修订(如GB/T16507)提供实践依据, 实现安全性与经济性的平衡。

2 检验环节常见问题分析

2.1 管理层面问题

制度执行缺陷, 使用登记证办理不规范: 部分企业未严格按《特种设备安全法》要求及时办理使用登记证, 或登记信息不完整, 导致检验时无法核实设备合法性和历史数据, 迫使检验中断。例如, 某化工厂因未更新压力容器使用登记证, 检验机构无法调取设备设计参数, 被迫延期检验。管理人员无证上岗: 部分企业未配备持证的安全管理人员, 或操作人员未接受专业培训, 导致日常维护、检验配合等流程混乱。检验计划延期, 定期检验未按周期执行: 部分企业因生产任务紧或成本考虑, 未按《锅炉压力容器定期检验规则》要求执行定期检验。监管机制不完善: 监管部门对检验计划的跟踪抽查不足, 部分企业存在“应付式”检验现象, 如仅提交检验报告而未实际开展检验。档案管理不足, 安全技术档案不完整: 部分企业未建立完善的设备档案, 或档案内容缺失设计图纸、历次检验报告等关键资料。档案更新不及时: 设备改造、维修后未及时更新档案, 影响检验人员对设备当前状态的判断。

2.2 技术层面问题

设备固有缺陷, 材料问题: 部分企业为降低成本, 选用非标材料或简化供应商质量控制流程, 导致设备耐腐蚀性不足。制造工艺缺陷: 焊接质量差(如气孔、未熔合)、热处理不足、设计不符合规范等问题较为普遍。运行损伤, 腐蚀与裂纹: 应力腐蚀、疲劳裂纹(尤其在

焊缝、弯管处)是常见问题。壁厚减薄:介质长期腐蚀导致强度下降,压力容器因介质含硫量高,内壁腐蚀严重,壁厚减薄率超过安全标准,被迫报废。检验技术局限,无损检测方法应用不足:超声波检测覆盖率低,部分微小缺陷未被检出。检验机构对一台压力容器进行超声波检测时,因检测覆盖率不足,未发现焊缝处的微小裂纹,导致设备运行中发生泄漏。检验设备精度不足:部分检验机构使用老旧测厚仪,误差较大,影响缺陷检出率。检验机构因测厚仪精度不足,导致壁厚测量数据不准确,未及时发现设备壁厚减薄问题。

2.3 人员与操作问题

检验能力不足,专业培训缺失:部分检验机构未建立系统化培训体系,导致检验人员对新技术(如相控阵超声检测、TOFD 检测)掌握不足。检验规程理解偏差:部分检验人员对《锅炉压力容器定期检验规则》等标准理解不深,导致检验结论不一致。使用维护不当,超温超压操作:部分企业为追求生产效率,未按设备设计参数运行,导致设备长期超温、超压,加速老化。忽视腐蚀监测与日常维护:部分企业未建立完善的腐蚀监测体系,导致设备腐蚀问题未被及时发现。安全附件失效,安全阀、压力表未定期校验:部分企业未按《特种设备安全法》要求定期校验安全阀、压力表,导致监测数据失真。防爆片更换不及时:部分企业未建立防爆片更换记录,导致防爆片超期使用。

3 问题成因深度剖析

3.1 材料与工艺因素

原材料质量控制不严,供应商管理缺失:部分企业为降低成本,选用非标材料或简化供应商审核流程,导致材料性能不达标。材料复验不足:制造环节未严格执行材料复验制度,导致材料缺陷未被及时发现。焊接参数设置不合理,焊接工艺未优化:部分企业未根据设备参数和材料特性优化焊接工艺,导致焊接质量差。热处理控制不足:焊接后未按规定进行热处理,导致焊缝残余应力过大,引发裂纹。

3.2 环境与介质影响

高温高压交变应力加速疲劳,运行参数超限:部分企业未按设备设计参数运行,导致设备长期超温、超压,加速疲劳损伤。介质成分变化:介质成分变化(如含硫量增加)可能导致腐蚀速率加快。腐蚀性介质导致材料劣化,防护措施不足:部分企业未采取有效的防腐措施,如未涂刷防腐涂料或未安装阴极保护装置,导致设备腐

蚀加剧。介质流速过高:介质流速过高可能引发冲刷腐蚀,如管道弯头处因介质冲刷导致壁厚减薄。

3.3 管理机制缺陷

责任分工不明确,岗位职责模糊:部分企业未明确检验、维护、管理等岗位的职责,导致工作推诿。考核机制缺失:部分企业未建立有效的考核机制,导致员工工作积极性不高。信息化手段应用不足,数据管理分散:部分企业未建立设备信息化管理系统,导致检验数据分散、难以追溯。数据共享不畅:检验机构与企业之间数据共享不畅,如企业未及时提供设备运行数据,导致检验评估不全面。

3.4 法规执行偏差

未严格遵循 TSG21 等安全技术规范,法规理解偏差:部分企业对《特种设备安全法》《锅炉压力容器安全技术监察规程》等法规理解不深,导致执行不到位。标准更新滞后:部分企业仍沿用旧版标准进行检验,如未按最新版 GB/T16507 要求评估材料性能,导致检验结论不准确。监管机制不完善,抽检计划不足:监管部门对企业的抽检计划不足,导致部分企业存在“应付式”检验现象。处罚力度不足:对违规行为的处罚力度不足,导致企业违规成本低。

4 解决对策与优化建议

4.1 管理强化措施

完善制度体系,建立标准化检验流程:针对检验环节中出现的制度执行缺陷(如使用登记证办理不规范、技术资料缺失导致检验中断),制定详细的检验流程标准,明确各环节责任主体和时间节点。要求企业在检验前必须完成使用登记证办理,并提交完整的技术资料(包括设计图纸、历次检验报告等),否则不予受理检验申请。强制使用登记证办理:通过法规修订或地方性政策,强制要求所有特种设备锅炉压力容器在投入使用前办理使用登记证,并定期更新登记信息。加强监督机制,实施抽检计划:针对检验计划延期、监管机制不完善等问题,制定科学的抽检计划,对企业的检验行为进行不定期抽查。明确处罚措施:对违规行为(如未按周期执行定期检验、使用无证管理人员等)制定明确的处罚措施,包括罚款、责令停产整顿、吊销许可证等。推进信息化建设,构建检验数据管理系统:针对档案管理不足、数据共享不畅等问题,建立统一的检验数据管理系统,实现设备全生命周期追溯。通过建设“特种设备安全监管平台”,集成了设备登记、检验、维修、报废

等全流程数据,实现了检验数据的实时共享和动态管理。实现全生命周期追溯:通过信息化手段,实现设备从设计、制造、安装、使用到报废的全生命周期追溯。检验机构通过扫描设备二维码,即可获取设备的全部历史数据,包括检验报告、维修记录等,提高了检验效率和准确性。

4.2 技术提升方案

质量控制优化,材料复验与供应商管理:针对材料问题(如选材不当、供应商质量控制不严),建立严格的材料复验制度,对供应商进行定期审核和评估。同时,引入先进的材料检测设备,如光谱分析仪、力学性能试验机,提高材料检测的准确性和效率。焊接工艺监督:针对制造工艺缺陷(如焊接质量差、热处理不足),优化焊接工艺参数,加强焊接过程监督。通过引入焊接机器人,实现了焊接参数的自动调整,提高了焊接质量;同时,建立了焊接工艺数据库,对焊接过程进行实时监控,确保焊接质量符合规范。热处理控制:针对热处理不足导致焊缝残余应力过大的问题,加强热处理过程控制。建立了热处理工艺数据库,对热处理温度、时间等参数进行严格控制,确保热处理过程符合规范。同时,引入了在线热处理监测系统,实时监测热处理过程中的温度变化,提高热处理质量。检验技术升级,无损检测技术应用:针对检验技术局限(如超声波检测覆盖率低),加大无损检测技术的应用力度,提高缺陷检出率。检验机构引入了相控阵超声检测技术,实现了对焊缝的全覆盖检测,提高了缺陷检出率;同时,引入了TOFD检测技术,提高了对裂纹类缺陷的检测精度。检验设备更新:针对检验设备精度不足的问题,定期更新检验设备,提高检测精度。例如,检验机构购买了新型测厚仪,提高了壁厚测量的准确性;同时,引入了磁粉探伤仪,提高了对表面裂纹的检测灵敏度。智能化检验技术探索:结合物联网、大数据等技术,探索智能化检验技术。检验机构通过安装传感器,实时监测设备的运行状态,并通过数据分析,预测设备的故障风险,提前采取维护措施。缺陷修复规范,制定裂纹打磨标准:针对裂纹类缺陷,制定详细的打磨标准,明确打磨深度、宽度等参数。

4.3 人员能力建设

培训体系完善,定期开展检验规程专项培训:针对检验人员对检验规程理解偏差、新技术掌握不足等问题,制定系统化的培训计划,定期组织检验规程专项培训。同时,针对新技术(如相控阵超声检测、TOFD检测)的应用,开展专项技术培训,提高检验人员对新技术的掌握和应用能力。安全操作专项培训:针对检验人员安全防护意识不足、操作不规范等问题,定期开展安全操作专项培训。培训内容涵盖个人防护装备的正确使用、检验现场的安全风险评估、应急处理措施等。检验机构在每次检验任务前,组织检验人员进行安全操作培训,模拟检验现场可能出现的危险情况,进行应急演练,提高检验人员的安全意识和应急处理能力。责任意识强化,明确岗位职责:针对责任分工不明确、工作推诿等问题,制定详细的岗位职责手册,明确检验、维护、管理等岗位的职责和权限。锅炉房制定了《岗位职责手册》,详细规定了检验人员、维护人员、管理人员的工作内容和职责,确保各项工作有序开展。同时,建立岗位责任考核机制,将考核结果与绩效挂钩,激励员工认真履行职责。配备专业防护设备保障检验安全:针对检验人员安全防护不足的问题,为检验人员配备专业的防护设备,如防毒面具、防护服、安全帽等。检验机构为检验人员配备了全套的防护设备,并定期对防护设备进行检查和维护,确保其处于良好状态。

综上所述,本文基于深度剖析,旨在系统识别检验环节风险根源,提出管理强化、技术升级与人员能力建设的协同优化方案。通过完善制度体系、提升检验技术精度、强化人员培训与责任意识,推动检验流程标准化与智能化,为保障设备全生命周期安全运行提供实践依据,助力工业经济可持续发展与公共安全稳定。

参考文献

- [1] 赵谭. 特种设备检验机构的困境与出路[J]. 中国特种设备安全, 2019, 35(08): 6-9.
- [2] 骆值. 论特种设备检验检测的市场化及其限度[J]. 宏观质量研究, 2022, 3(02): 89-98.
- [3] 静梅清. 我国特种设备安全监管中存在的问题及对策分析[J]. 大众标准化, 2020(04): 35, 37.
- [4] 辛洁. 关于新体制下抓好特种设备安全监管工作的几点思考[J]. 大众标准化, 2020(04): 132, 134.